

Comparación de la sensibilidad al contraste y la visión al color con y sin filtros de absorción en pacientes jóvenes sanos mediante CSV1000 y HRR

Comparison of contrast sensitivity and color vision with and without absorption filters in young healthy patients using CSV1000 and HRR

MYRNA MIRIAM VALERA MOTA*
MIRIAM GUADALUPE GRANADOS MEJÍA**
LUZ ELENA MAYA LÓPEZ***
JAVIER ALONSO TRUJILLO****
ABRAHAM ALONSO RICARDEZ*****

Recibido: 15 de octubre de 2024. Aprobado: 22 de noviembre de 2024. Version Online First: Pendiente

RESUMEN

Analizar las diferencias de sensibilidad al contraste y percepción del color sin y con filtros de absorción, además de filtro rojo y verde en pacientes jóvenes sanos atendidos en el gabinete de color de la clínica de optometría de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, evaluando con los test CSV 1000E y HRR (Le Grand Hardy, Gertrude Rand y Catherine Rittler) Fourth Edition. Se realizó un estudio prospectivo, transversal, observacional, en el periodo de febrero a junio del 2023, realizando un muestreo probabilístico de treinta pacientes jóvenes sanos de entre dieciocho y veintiséis años de edad, descartando los que no cumplieran con los criterios de selección como enfermedades sistémicas, discromatopsias o toxicomanías. Se evaluó a los pacientes monocularmente con la prueba de sensibilidad al contraste CSV-1000E en sus cuatro frecuencias (A, B, C y D) y con el test HRR con y sin los filtros F60, F80, F90, F540, F560, F580, F451, F452, Z1 filtro rojo (FR) y filtro verde (FV). El análisis estadístico se realizó por medio de Anova y estadística descriptiva. Las frecuencias de sensibilidad al contraste son diferentes con todos y cada uno de los filtros; en

* Carrera de Optometría. Licenciada en Optometría. Maestra en Docencia. Doctora en Educación. Profesora de la Universidad Nacional Autónoma de México. valeramota@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8966-7957>

** Carrera de Optometría. Pasante de SS del área de medición del color. miriam152b@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7493-2941>

*** Carrera de Optometría. Licenciada en Optometría. Maestra en Rehabilitación Visual. Profesora de la Universidad Nacional Autónoma de México. luz-cell@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6944-3676>

**** Carrera de Enfermería. Biólogo. Maestro en Investigación de Servicios de Salud. Doctor en Educación. Profesor de la Universidad Nacional Autónoma de México. alonsot1212@yahoo.com.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4257-3718>

***** Carrera de Enfermería. Ingeniero biomédico. Maestro en Administración de Sistemas de Salud. Universidad Nacional Autónoma de México. abraham_alonso@iztacala.unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0983-9836>

Cómo citar este artículo: Valera Mota M, Granados Mejía M, Maya López L, Alonso Trujillo J, Alonso Ricardez A. Comparación de la sensibilidad al contraste y la visión al color con y sin filtros de absorción en pacientes jóvenes sanos mediante CSV1000 y HRR. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2024;22(2). Disponible en: <https://doi.org/xxxxxx>



cuanto a la visión del color se tiene que los filtros inducen a discromatopsias en el eje de los rojos y los verdes, o hasta en los dos ejes, incluyendo el amarillo-azul, incluso acromatopsias. Es recomendable que el optometrista realice pruebas objetivas a los pacientes con y sin filtro antes de prescribirlo, garantizando que su uso no afectará la calidad de su visión ni la forma en la que percibe los colores, teniendo siempre en consideración las características del filtro y las necesidades visuales del paciente.

Palabras clave: sensibilidad al contraste; percepción al color; filtros de absorción.

ABSTRACT

To analyze the differences in contrast sensitivity and color perception without and with absorption filters, in addition to red and green filters in young healthy patients attended at the color cabinet of the optometry clinic of the Facultad de Estudios Superiores Iztacala of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico, evaluating with the CSV 1000E and HRR (Le Grand Hardy, Gertrude Rand and Catherine Rittler) Fourth Edition tests. A prospective, cross-sectional, observational study was conducted from February to June 2023, with a probabilistic sampling of thirty healthy young patients between eighteen and twenty-six years of age, discarding those who did not meet the selection criteria such as systemic diseases, dyschromatopsia or drug addiction. Patients were evaluated monocularly with the CSV-1000E contrast sensitivity test in its four frequencies (A, B, C and D) and with the HRR test with and without filters F60, F80, F90, F540, F560, F580, F451, F452, Z1 red filter (FR) and green filter (FV). Statistical analysis was performed by Anova and descriptive statistics. The frequencies of contrast sensitivity are different with each and every one of the filters; as for color vision, the filters induce dyschromatopsias in the red and green axes, or even in both axes, including yellow-blue, and even achromatopsias. It is recommended that the optometrist performs objective tests on patients with and without filters before prescribing them, ensuring that their use will not affect the quality of their vision or the way they perceive colors, always taking into consideration the characteristics of the filter and the visual needs of the patient.

Key words: contrast sensitivity; color perception; absorption filters.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se han creado tratamientos ópticos con el fin de mejorar la calidad de vida de los pacientes. Tal es el caso de los filtros, sin embargo, la mayoría de las investigaciones se enfocan en la prescripción de filtros en baja visión (1) y en patologías oculares que sirven de apoyo para el paciente, dependiendo de la condición que padezca (2). En algunos otros casos se proponen los filtros para “corregir” discromatopsias, aunque la mayoría de los antecedentes no llegan a conclusiones precisas y existen muy pocos enfocados en la sensibilidad al contraste (SC) y la visión cromática, por lo tanto, el presente estudio servirá como punto de partida en futuras investigaciones, marcando un antecedente para el optometrista en el área de los filtros de absorción.

Ahora bien, la sensibilidad al contraste es la capacidad que posee el sistema visual de un individuo para diferenciar cambios en la luminancia entre un objeto y el fondo (3, 4). Técnicamente, al evaluar la SC de una persona se determina si requiere mucho o poco contraste para lograr distinguir algún objeto. Por ejemplo: si un paciente solo ve una frecuencia de alto contraste poseerá una mala calidad visual y, por consecuencia, una sensibilidad al contraste disminuida; por el contrario, si logra observar el objeto que posee un bajo contraste el sujeto tendrá una buena calidad visual y una alta sensibilidad al contraste (5).

Para medir la sensibilidad al contraste se emplean diferentes frecuencias espaciales con umbrales de contraste, es decir, con el mínimo contraste necesario para que la red sinusoidal u optotipo

sea visible al observador; por consecuencia deben tener ciclo y frecuencia.

- **Contraste.** El contraste de cada test se determina de diferentes maneras, por ejemplo, los test en los que se emplean optotipos (test Pelli-Robson) utilizan el contraste de Weber para calcularlos, y en los test con redes sinusoidales (CSV 1000) se utiliza el contraste de Michelson. (CSV1000). En el cálculo de cada uno se considera la diferencia de luminancia mínima y luminancia máxima de la red sinusoidal u optotipo. Cuanto más grande sea la diferencia mejor se logrará distinguir el objeto del fondo.
- **El Test CSV 1000.** Presenta cuatro frecuencias espaciales de 3, 6, 12 y 18 ciclos/grados situados en cuatro filas, de manera que se aprecian dos láminas circulares por nivel de contraste para cada frecuencia espacial. Ambas están situadas una encima de otra, y en una de las láminas se representa la red sinusoidal mientras que la otra se representa un patrón gris uniforme. Para cada frecuencia espacial se representan ocho niveles de contraste en pasos de 0,14 unidades logarítmicas, en forma de columnas. En esta prueba se dan dos respuestas alternativas: una con y otra sin red sinusoidal. El sujeto debe identificar cuál es la lámina circular que presenta la red sinusoidal en cada nivel de contraste indicando si se sitúa en el círculo superior o inferior; una ventaja de este test es que está retroiluminado para minimizar la influencia de la iluminación externa en el resultado de la prueba (véase la figura 1) (6, 7).

En cuanto a la visión cromática, esta se basa en la teoría tricromática del color, propuesta por Thomas Young en 1802 y reforzada en 1856 por Hermann von Helmholtz, la cual menciona que una visión cromática normal debe tener ciertas condiciones. Entre estas, que el sujeto posea tres receptores, anulando la teoría que suponía la existencia de un receptor para cada color

que percibimos y la intensidad de luz con la que se estimula al receptor, con énfasis en que cada receptor posee una sensibilidad espectral distinta entre sí (8). Lo anterior se demuestra al superponer tres fuentes de luz: rojo, verde y azul (colores primarios), lo cual muestra que se puede obtener otra gama de colores distintos (9, 10, 11).

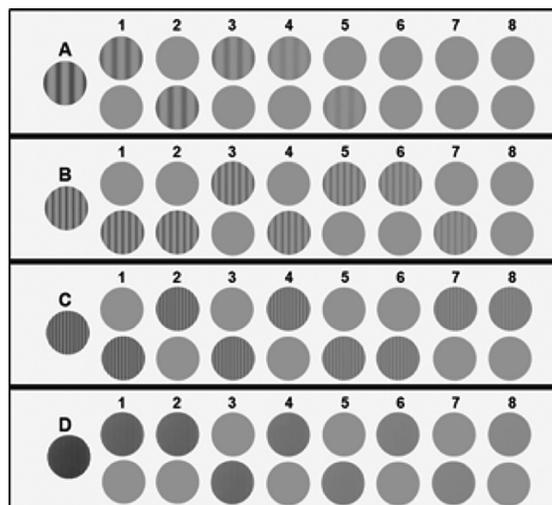


FIGURA 1. Test CSV 1000

Fuente: recuperado de jutronvision.com

Las discromatopsias se dividen en las condiciones que se enlistan a continuación.

- **Deutan:** el individuo posee afección en los conos M, presentando dificultad para identificar el color verde y se genera confusión entre los colores rojos y verdes.
 - **Deuteranomalía:** el fotorreceptor está presente, pero se observa deficiencia, por lo tanto el individuo presenta dificultad para percibir y diferenciar el color verde.
 - **Deuteranopía:** el fopigmento de longitud de onda media se encuentra ausente, lo que da como resultado una ceguera al color verde y una confusión en los colores verdes, azules, rojos y púrpuras.
- **Protan:** existe alteración en los conos L, por lo tanto existe dificultad para identificar el color rojo, al igual que en el caso Deutan se puede dar confusión entre los colores verde y rojo.

- Protanomalia: en este caso el cono rojo se encuentra presente, sin embargo, posee una deficiencia, lo que provoca dificultad para percibir y diferenciar el color rojo.
- Protanopía: aquí el fotorreceptor de longitud de onda más larga se encuentra ausente, presentando una ceguera al color rojo y confusión en los colores rojos, marrones, verdes y púrpuras.
- Tritan y tetran: se presenta la alteración en los conos S y se presenta dificultad a la hora de identificar los colores azul y amarillo, de modo que se presenta confusión entre ambos.
- Tritanomalia: el fotorreceptor está presente, pero posee una deficiencia que provoca dificultad para percibir el color azul, al punto de haber confusión con el color amarillo.
- Tritanopía: el fotorreceptor de longitud de onda corta está ausente; al ser una ceguera se confunden entre sí los colores azules y amarillos (12, 13, 14).
- Acromata: en la acromatopsia se presenta una discriminación del color alterada en todas las longitudes de onda debido a la falta de función de los tres conos, y en la mayoría de los casos es total y no parcial. Las personas que la presentan logran diferenciar los colores basándose en el brillo y la saturación en lugar del tono. Esta condición se asocia a nistagmo, fotofobia y mala agudeza visual (15).

Por lo que respecta a los filtros de absorción, estos se pueden identificar debido a que poseen tres dígitos, correspondientes a la longitud de onda en nanómetros que el filtro es capaz de absorber (16).

Este tipo de filtros actúa de forma selectiva sobre determinadas longitudes de onda, es decir, permiten el paso de una longitud de onda específica y la absorción de otra, logrando que las propiedades espectrales de la luz que los atraviesa cambien y producen así un cambio aparente en

el color; por ejemplo, el filtro amarillo permite la absorción de la luz azul (17), de modo que el color que observamos en la lente (reflejado o transmitido) es el complementario del color absorbido (18).

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio prospectivo, transversal y observacional en el periodo febrero-junio del 2023, en la clínica de Optometría de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se llevó a cabo la selección de treinta pacientes sanos jóvenes de entre dieciocho y veintiséis años de edad que acudieron a consulta a la clínica de optometría. El muestreo se realizó probabilísticamente, según el criterio del investigador. Mediante la historia clínica se capturaron los datos generales a fin de descartar pacientes que no cumplieran con los criterios de inclusión, tales como enfermedades sistémicas, discromatopsias o toxicomanías. Se incluyeron pacientes de ambos sexos, con agudeza visual monocular mejor a 20/40.

Se evaluó a los pacientes monocularmente con la prueba de sensibilidad al contraste CSV-1000E en sus cuatro frecuencias (A, B, C y D) (véase la figura 2), y con el test HRR (Le Grand Hardy, Gertrude Rand y Catherine Rittler) Fourth Edition con y sin los filtros F60, F80, F90, F540, F560, F580, F451, F452, Z1, filtro rojo (FR) y filtro verde (FV). (véase la figura 3).

La evaluación se realizó de la siguiente manera.

PARA LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Primero se realizó una medición basal (sin filtro); después, se antepuso por separado nueve filtros de una caja de prueba de filtros de absorción selectiva de forma monocular, además del filtro rojo y verde de la caja de pruebas:

- 3 café (F60, F80, F90)
- 3 naranja (F540, F560, F580)

- 3 azules (F451, F452, Z1)
- 1 rojo (FR)
- 1 verde (FV).

Al paciente se le situó a 2,45 metros de distancia, solicitándole que identificara cuál era la lámina circular que tiene la red sinusoidal en cada nivel de contraste, superior o inferior.

La intervención se realizó con retroiluminación (3, 19), para lo cual se utilizó una pantalla posterior de luz difusa que proporciona una luminancia de 85 candelas/m², que controla la cantidad de iluminación en cada fila mediante un sensor (autoestandarización) (20). Se concluyó cuando se determinó la presencia de la rejilla (21).

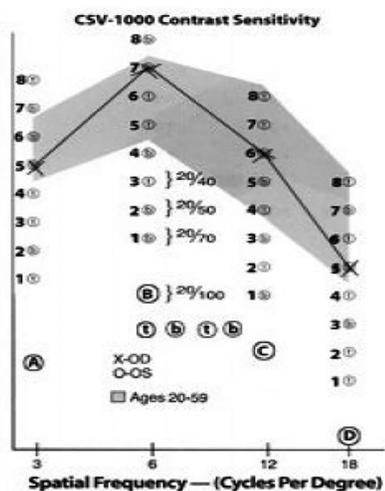


FIGURA 2. Test CSV 1000

Fuente: recuperado de jutronvision.com

PARA LA VISIÓN DEL COLOR

Se realizó el procedimiento anterior, pero ahora con el test Richmond HRR pseudoisochromatic; se trata de un test compuesto por veinticuatro láminas con puntos agrupados en figuras geométricas. Con él se puede abordar un diagnóstico simple del tipo de discromatopsia y su magnitud. Este test, además de detectar discromatopsias congénitas (rojo-verde), también detecta discromatopsias adquiridas (azul -amarillo) (22). Se presentó al paciente el test, primero, sin filtro alguno, y después con cada uno de los filtros en formas monocular, utilizando la lámpara de iluminación para test pseudoisocromáticos Color test Dayling iluminator with platform 45°.



FIGURA 3. Modelo de los diferentes tipos de filtros de absorción

Fuente: elaboración propia; imagen propia tomada del gabinete de visión al color de la clínica de optometría, FESI UNAM, México.

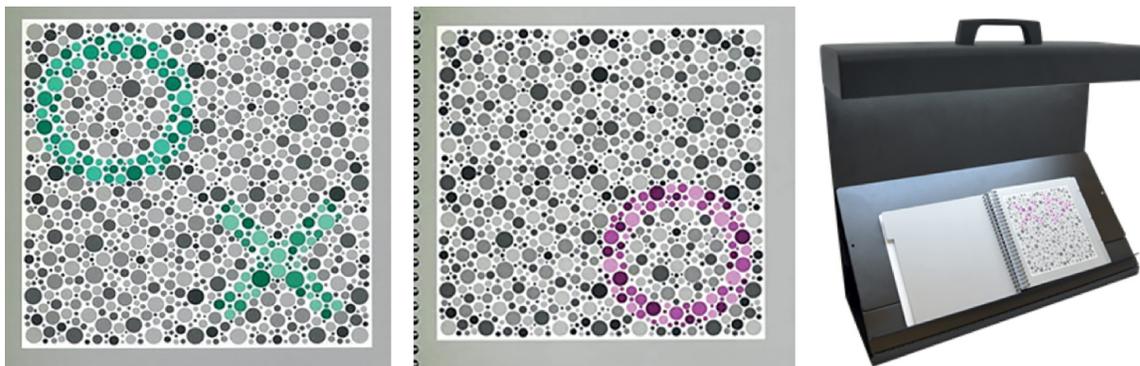


FIGURA 4. Láminas del test HRR

Fuente: recuperada de: catálogo de Good- Lite.

El análisis estadístico se realizó con estadística descriptiva e inferencial utilizando Anova, con un nivel de significancia de 0,01.

Todos y cada uno de los participantes en el estudio firmó una carta de consentimiento informado basada en la declaración de Helsinki y de acuerdo con la autorización del Comité de Ética de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

RESULTADOS

El total de pacientes evaluados fue de treinta, de los cuales diecinueve (63 %) fueron mujeres y once (37 %) hombres.

Las edades de los pacientes oscilaron entre los diecisiete y veinticuatro años de edad; la edad más frecuente fue dieciocho años.

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Como $P < 0,01$, se puede concluir que las frecuencias de sensibilidad al contraste son diferentes con todos y cada uno de los filtros (véase la tabla 1).

TABLA 1. Probabilidad de frecuencias en SC

	OD		OI
Frecuencia A	9,99444E-12	Frecuencia A	3,15026E-12
Frecuencia B	6,16356E-28	Frecuencia B	1,27243E-24
Frecuencia C	1,46742E-31	Frecuencia C	6,50788E-33
Frecuencia D	1,85201E-28	Frecuencia D	1,26712E-26

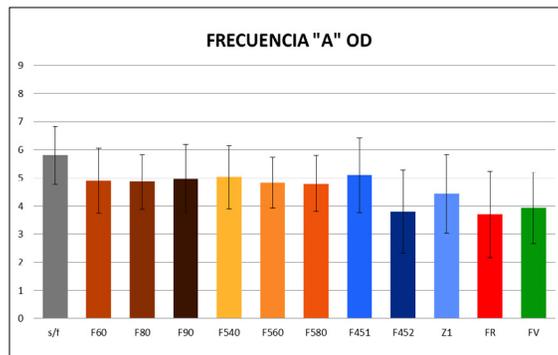


FIGURA 5. Promedio de la frecuencia A OD

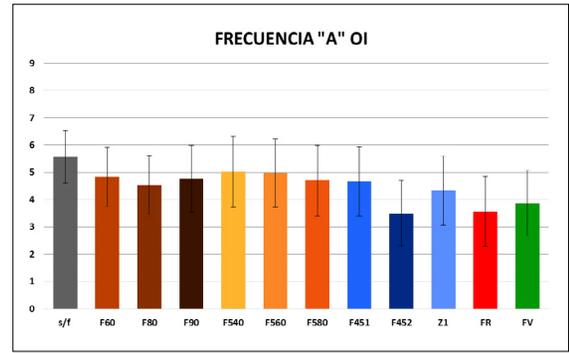


FIGURA 6. Promedio de la frecuencia A OI

En la primera frecuencia, los filtros con los que más se afecta la SC son F452, FR y FV (véanse las figuras 5 y 6).

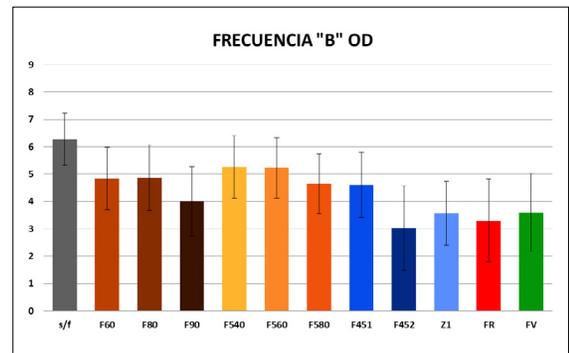


FIGURA 7. Promedio de la frecuencia B OD

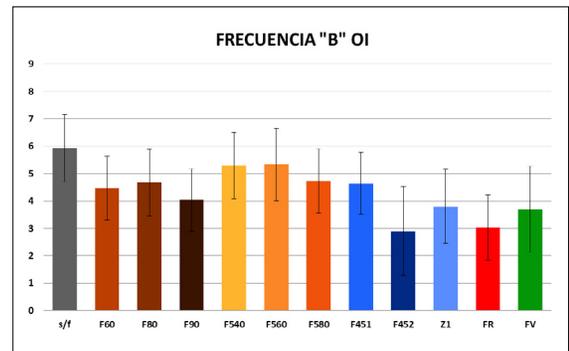


FIGURA 8. Promedio de la frecuencia B OI

En la frecuencia B, además de la disminución de la SC con los filtros F452, FR y FV existe una disminución también con los filtros Z1 y F90 (véanse las figuras 6 y 7).

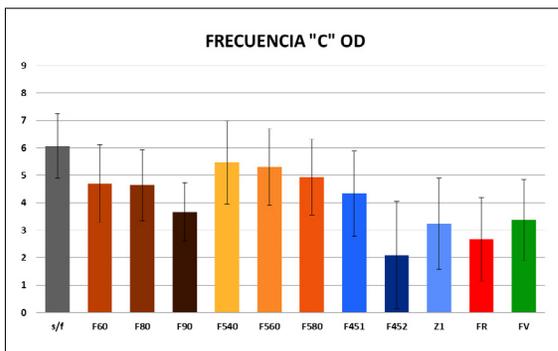


FIGURA 9. Promedio de la frecuencia C OD

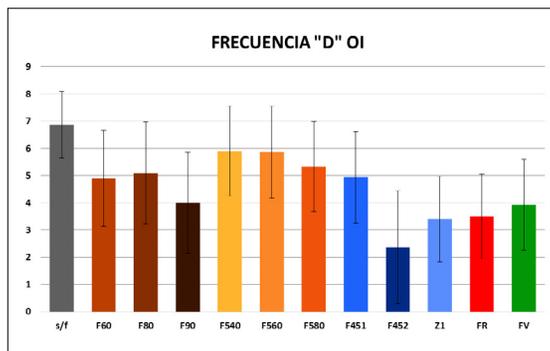


FIGURA 12. Promedio de la frecuencia D OI

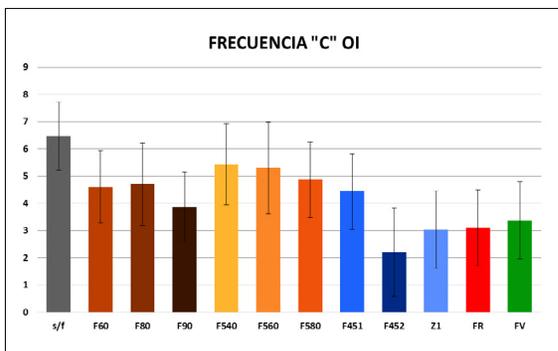


FIGURA 10. Promedio de la frecuencia C OI

Como puede observarse, la SC disminuye con los mismos filtros que en la frecuencia B, sin embargo, con el filtro F452 cae un nivel de contraste más (véanse las figuras 9 y 10).

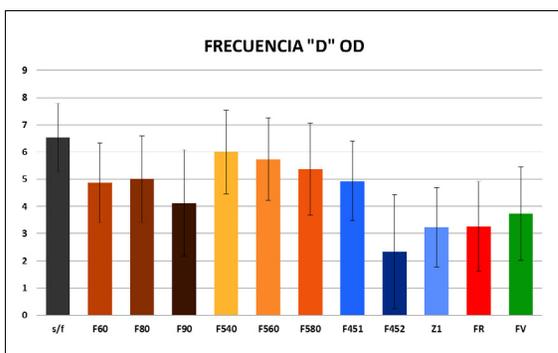


FIGURA 11. Promedio de la frecuencia D OD

En la última frecuencia, la SC aumenta con los filtros F452, FR, FV y F90, en comparación de los datos obtenidos en la frecuencia C; a pesar de ello, el promedio es menor al obtenido en la frecuencia A.

Con los filtros F540, F560 y F580 la SC aumenta en comparación de la frecuencia A, sin embargo, la SC es menor a los datos obtenidos de forma basal (sin ningún filtro) (véanse las figuras 11 y 12).

HRR

Utilizando la misma metodología, se colocó monocularmente cada uno de los filtros y se evaluó la percepción del color con HRR, obteniendo los siguientes resultados.

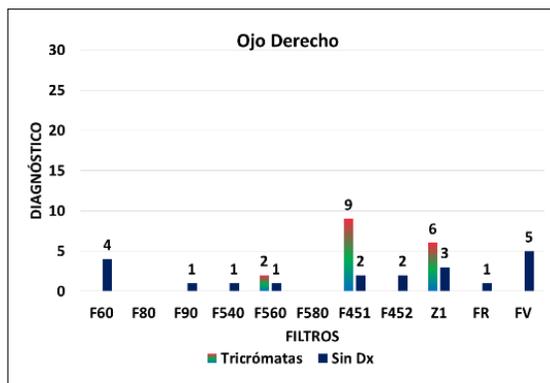


FIGURA 13. Pacientes tricromatas y sin Dx (OD)

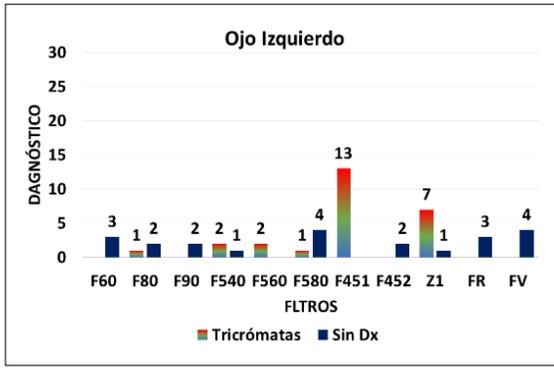


FIGURA 14. Pacientes tricromátas y sin Dx (OI)

Como puede observarse con los filtros F451 y Z1, los pacientes logran ser tricromátas a pesar del filtro; con todos los demás filtros no se obtiene un diagnóstico.

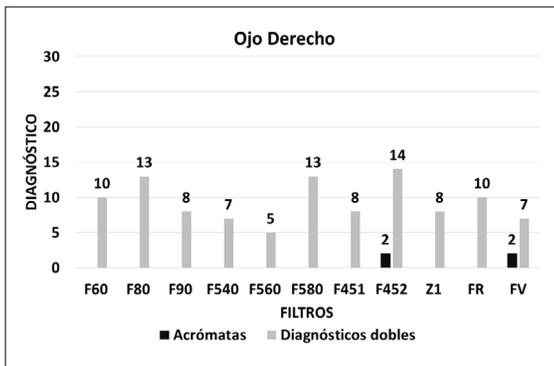


FIGURA 15. Pacientes acrómatas y con Dx doble (OD)

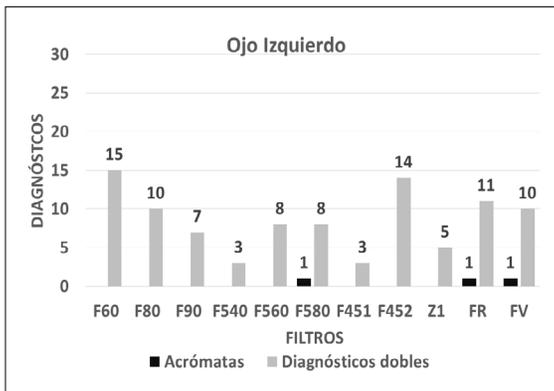


FIGURA 16. Pacientes acrómatas y con Dx doble (OD)

Con los filtros F452, FV, F580 y FR se obtuvieron pacientes acrómatas; incluso hay pacientes con

doble diagnóstico (son discromatas tanto para el eje rojo-verde como para el azul-amarillo).

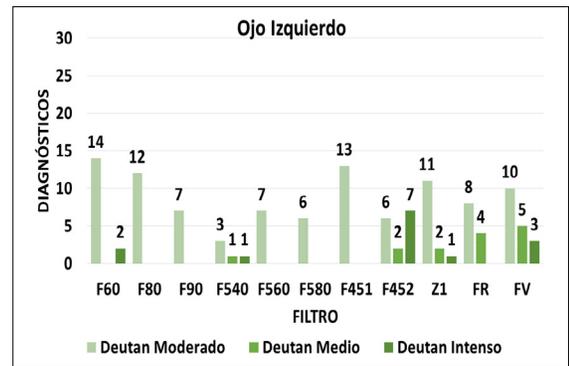


FIGURA 17. Casos Deutan moderado, medio, intenso (OD)

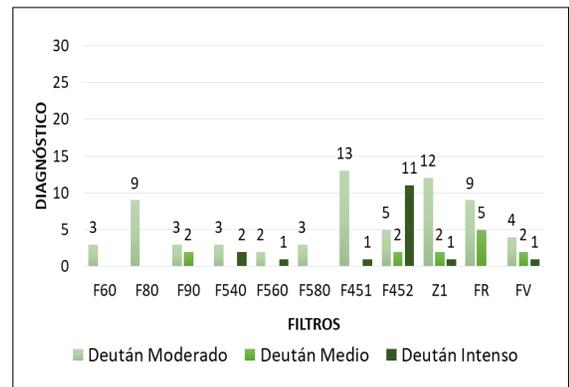


FIGURA 18. Casos Deutan moderado, medio, intenso (OI)

Los filtros F60, F80, F90, F451, F452, Z1, FR, FV causan diagnósticos deután en sus tres diferentes magnitudes.

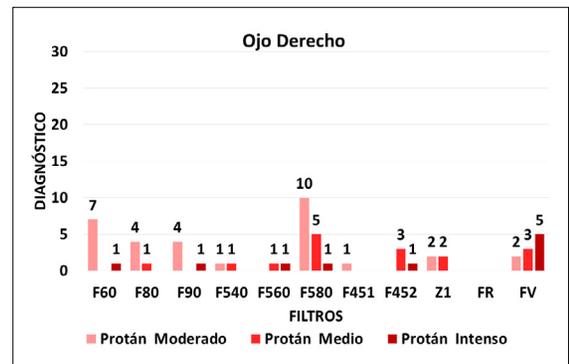


FIGURA 19. Casos Protan moderado, medio, intenso (OD)

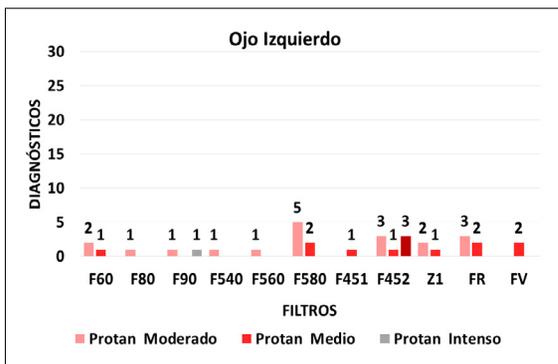


FIGURA 20. Casos Protan moderado, medio, intenso (OI)

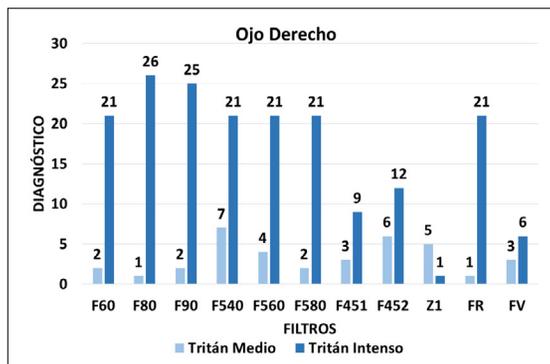


FIGURA 23. Casos Tetrán medio e intenso (OD)

El filtro F580 provoca diagnósticos Protán en sus tres diferentes magnitudes.

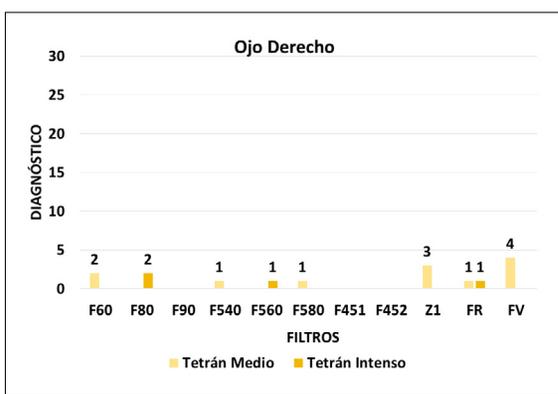


FIGURA 21. Casos Tritan medio e intenso (OD)

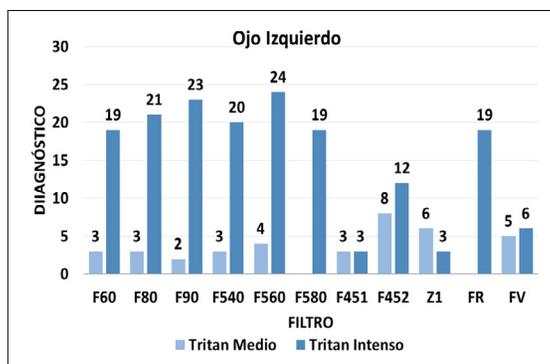


FIGURA 24. Casos Tetrán medio e intenso (OI)

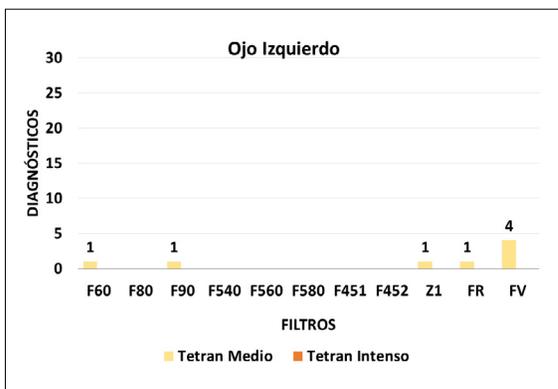


FIGURA 22. Casos Tritan medio e intenso (OI)

Todos los filtros sin excepción causan diagnóstico Tritan, mayormente intenso.

Para el caso de Tetrán, los filtros no lo inducen, a excepción de cuatro casos en OD y cuatro casos en OI con FV.

DISCUSIÓN

De acuerdo con el estudio de Quiroz, en el que se midió agudeza visual (AV), sensibilidad al contraste y velocidad de lectura con y sin filtro de absorción de 450 nm (solo un filtro), no se aprecian diferencias significativas entre los datos con y sin filtro (22). En algunos otros estudios simplemente no se asocia el aumento o la reducción de la sensibilidad al contraste y la visión al color con el uso de filtros, como, por ejemplo, en el estudio realizado por Pérez BA (23), en el que se buscó la comparación de protocolos con el fin de determinar el mejor para la prescripción de filtros en pacientes con enfermedades oculares.

Algunos otros autores, que sí asocian los datos y orientan la investigación hacia un enfoque distinto, tienen variantes en los materiales o métodos. Por ejemplo, el estudio dirigido por Ezpeleta (20), en el que se realizan pruebas con tres diferentes tipos de iluminación (halógena, fluorescente o led) y tres diferentes filtros (amarillo, naranja y rojo) para la evaluación con el Farnsworth Munsell 100, encontrando como resultado que la mejor iluminación para evaluar con dicho test es la luz led y ningún filtro, ya que repercute en la percepción cromática del test, basado en fichas de isoluminancia; o el trabajo realizado por Bastien (24), en el que se emplearon filtros como “enchroma” y que usualmente son utilizados por pacientes discromatas, encontrando que los filtros en los pacientes discromatas no mejoran los errores que se cometen en el test HRR, excepto en los protanopes. Los filtros modifican la clasificación de la discromatopsia, aumentando errores de protan en los participantes deutan.

De igual forma, estudios previos han planteado que la visión al color no se ve alterada por algunos filtros de absorción como los realizadas por Clementi (25), Hernández-Toledo (26) y Prados (27), en los que las evaluaciones llevadas a cabo se realizaron con el test Ishihara, sin tener en cuenta que una desventaja del test es que únicamente se puede diagnosticar discromatopsias en las líneas de confusión rojo-verde, por lo tanto, estas investigaciones están limitadas debido al tipo de test utilizado. Por otro lado, los resultados obtenidos en este estudio revelan que el filtro color ámbar, azul y verde disminuyen la sensibilidad al contraste de manera significativa, principalmente en las frecuencias altas; al mismo tiempo, vemos una mejora gradual de la sensibilidad al contraste con los filtros F540, F560 y F580, es decir, existe un aumento conforme avanzamos en la prueba, llegando a su pico máximo en frecuencias altas, sin embargo, este aumento no llega a mejorar o igualar la sensibilidad al contraste obtenida sin ningún tipo de filtro.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con algunos autores, pues como menciona Hernández-Toledo (26), la sensibilidad al contraste se reduce con el filtro ámbar, y contrario a los resultados aquí presentados se aprecia una mejora con el filtro azul y verde; esta diferencia la podemos asociar a los tipos de filtro utilizados en el estudio, sin embargo, al no conocer las características específicas de los filtros no podemos afirmar que esta sea una variante capaz de alterar los resultados.

Pocos estudios encuentran una diferencia significativa entre los datos con y sin filtros, tal como lo hacen en el estudio hecho por Veselý (28), publicado en la revista de oftalmología checoslovaca y en el que reportan que la sensibilidad al contraste y la visión al color se vieron afectadas de tal forma que al comparar los datos obtenidos de los pacientes sanos con filtro y los pacientes con enfermedad ocular sin filtro no se encontró una diferencia significativa entre ambos grupos, es decir, la visión de una persona con patologías oculares es similar a la visión de una persona que utiliza algún tipo de filtro. Esta conclusión concuerda con los datos del presente estudio, en el que el uso de determinados filtros disminuye la sensibilidad al contraste y altera la visión al color de los pacientes sanos de forma significativa.

Otro ejemplo es el estudio elaborado por F. Rojo (29), en el que se utilizan los filtros como una herramienta para realizar terapia visual, notando mejoras en los valores de sensibilidad al contraste; esto nos lleva a relacionar esta mejora significativa con la terapia visual y no propiamente al uso del filtro de absorción.

En resumen, la revisión de la literatura revela discrepancias en los resultados obtenidos por diversos estudios, como resultado de la variabilidad de materiales y métodos utilizados, y resaltando la importancia de profundizar en el área de filtros de absorción y sus efectos en la visión.

CONCLUSIONES

El presente estudio ha logrado cumplir con los objetivos establecidos inicialmente, centrados en analizar las variaciones de la sensibilidad al contraste y la visión al color con y sin filtros en pacientes jóvenes sanos. Al aplicar la historia clínica de visión al color, se logró descartar problemas de salud general, ocular y de adicciones, reduciendo así la posibilidad de variación en los datos. A través de la aplicación de los test HRR y CSV-1000 se realizaron las pruebas específicas para medir la sensibilidad al contraste y la visión al color de manera monocular con y sin filtros de absorción Zeiss, filtro rojo y filtro verde. Los resultados obtenidos de las pruebas han permitido analizar y comparar los datos, revelando cómo se modifica la sensibilidad al contraste y la percepción al color.

Dentro de la investigación las conclusiones que más destacan se enlistan a continuación.

- El filtro F451 es el que causa una mayor disminución en la sensibilidad al contraste, afectando las primeras frecuencias.
- Los filtros F90, Z1, FR y FV muestran una diferencia significativa en las frecuencias más altas, en las que se requiere una sensibilidad al contraste más fina para distinguir con éxito un objeto del fondo.
- A pesar de que no todos los filtros reducen significativamente la sensibilidad al contraste, ninguno de ellos logra mejorar o igualar la sensibilidad al contraste sin ningún tipo de filtro.
- La percepción de los colores se ve alterada al punto de obtener dos tipos de diagnósticos distintos en un solo ojo: uno para los colores rojo-verde y otro para los colores azul-amarillo. En particular, la discromatopsia que más diagnósticos arroja es del tipo Tritan Intenso, lo que significa que el uso de un filtro induce temporalmente una ceguera a los colores

azul-amarillo. Esto se traduce en una confusión entre estos dos tonos.

- Los filtros que más producen diagnósticos de tipo Tritan van desde el F60 hasta el F580 y el FR.

Es importante mencionar que los resultados del presente trabajo se han visto poco en estudios previos, y que la mayoría de ellos se han realizado bajo condiciones diferentes, ya sea con una variedad distinta de filtros o con test diferentes a los indicados por la literatura. Hasta el momento, los autores que han llegado a datos similares son escasos y muy pocos de estos estudios se han realizado en población mexicana.

Por todo lo anterior, se confirma que el efecto inmediato del uso de filtros en pacientes sanos es la inducción de una o más discromatopsias y la disminución de la sensibilidad al contraste, lo que altera la visión de manera temporal mientras se utiliza el filtro.

Finalmente, una recomendación a considerar es que la población a estudiar se diversifique, es decir, que se evalúen a pacientes de distintas edades o con distintas enfermedades oculares para identificar los patrones de comportamiento en la sensibilidad al contraste y la visión al color con filtros de absorción.

Es recomendable que el optometrista realice pruebas objetivas a los pacientes con y sin filtro antes de prescribirlo, garantizando que su uso no afectará la calidad de su visión ni la forma en la que percibe los colores, teniendo siempre en consideración las características del filtro y las necesidades visuales del paciente.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo agradece al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) IN207323 las becas otorgadas a las y los pasantes del proyecto, así como

el apoyo en la compra de equipo para el gabinete de color.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto al trabajo de investigación, autoría y publicación del trabajo.

REFERENCIAS

- (1) Palacios E. Uso de los filtros en pacientes de baja visión. Universidad Antonio Nariño. 2020. Disponible en <https://repositorio.uan.edu.co/items/0e45b746-2c8a-4459-a65b-9cc9d3247f06>
- (2) Delgado I. Filtros de absorción selectiva en pacientes con patología ocular. Universidad de Valladolid. 2021. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/48467/TFM-M543.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (3) Chung S, Legge G. Comparing the Shape of Contrast Sensitivity Functions for Normal and Low Vision. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2016;57(1):198-207. Doi: <https://doi.org/10.1167/iov.15-18084>
- (4) Gutiérrez M, Aparicio J, Menéndez J, Matesanz B, Arranz I, Vizmanos J, *et al*. Invariancia de la sensibilidad al contraste frente a cambios en la luminancia de entorno. 2008; 41(1):1-7. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/S-Mar/publication/281449795_Invariancia_de_la_sensibilidad_al_contraste_frente_a_cambios_en_la_luminancia_de_entorno/links/55e8375d08ae3e1218422799/Invariancia-de-la-sensibilidad-al-contraste-frente-a-cambios-en-la-luminancia-de-entorno.pdf
- (5) Herranz R, Antolínez G. Manual de optometría. Médica Panamericana, 2010.
- (6) Richman J, Spaeth G, Wiostko B. Contrast Sensitivity Basics and a Critique of Currently Available Tests. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2013;39(7):1100-1106. Disponible en https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0886335013005269?casa_token=rXsqgSsCliQAAAA:9ELBNgA7EG9eAHxRlebmL-sKI6Yjk3UR-jl86xjKHFv4A46jBfN370vVDUCirVAT7Ragbf3vw5g
- (7) González A. Repetibilidad y acuerdo entre métodos informáticos y tradicionales para la medida de la sensibilidad al contraste. Universidad de Valladolid. 2020. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/44390/TFG-G4698.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (8) Medina-Alvarez T, Díaz-Pérez J, Durán F. Sensibilidad al contraste visual en población mexicana sana. *Salud Pública Méx*. 1995;37:310-315. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10637405>
- (9) Coria G. La visión del color en los seres humanos. 2015. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/10665/TFG-G1087.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (10) Goldstein B. Percepción al color. *Sensación y percepción*. Vol 6. 8ª Ed.
- (11) Prado A, Camas J, Laredo L. Sensorpercepción del color. *Rev Mex Oftalmol*. 2008;82(2): 101-110. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/rev-mexoft/rmo-2008/rmo082h.pdf>
- (12) Catalán M, Marín D, Ortí S. Diseño de un test psicofísico para la detección de anomalías cromáticas. *Gaceta Óptica*. 2009. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3078639>
- (13) Simunovic M. Acquired color vision deficiency. *Survey of Ophthalmology*. 2016;61 (2): 132-55. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039625715001939>
- (14) Barrios M. Estudio epidemiológico de discromatopsias en tres poblaciones diferentes. Tesiunam, Universidad Nacional Autónoma de México. 2018. Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2018/febrero/0771122/0771122.pdf>
- (15) Kohl S, Jägle H, Wissinger B, Zobor D, Adam Margaret, Feldman J, *et al*. Achromatopsia. *GeneReviews*. University of Washington. 2004. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20301591/>
- (16) Seco E. Efectividad de filtros de absorción selectiva en pacientes con baja visión. Universidad de Valladolid. 2014. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6473/TFM-M84.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (17) Valdivielso I. Medida de la absorción de la radiación UV en lentes oftálmicas y otros materiales. Universidad de Valladolid. 2019. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38390/TFG-G3650.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (18) Serrano J. Todo es según el color del cristal con que se mira. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. 2019;5:414-420. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7285188>
- (19) Guirao A. Óptica visual. ICE, 2004.
- (20) Ezpeleta S, Aznar S, Corbacho C, Sánchez-Cano A, Aporta J. Influencia del tipo de iluminación y del uso de filtros ópticos en la realización del test de color Farnsworth Munsell 100 Hue. *Óptica Pura y Aplicada*. 2018;51(2):1-11. Disponible en <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=130987367&lang=es&site=eds-live>
- (21) Tortora GJ., *et al*. Principios de anatomía y fisiología. Oxford University Press, 2002.
- (22) Quiróz M. Eficacia de filtros de absorción selectiva de onda corta en interiores en personas con discapacidad

Proporcionar
datos de
publicación

- visual. Universidad de Valladolid. 2016. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/211102991.pdf>
- (23) Pérez A. Evaluación de un protocolo de prescripción de filtros de absorción selectiva. Universidad de Valladolid. 2014. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/7142>
- (24) Bastien K, Mallet D, Saint-Amour D. Caracterización de los efectos de las gafas Enchroma en la discriminación del color. *Optometría y Ciencias de la Visión*. 2020;97(10):903-910. Doi: 10.1097/OPX.0000000000001581
- (25) Clementi M, Acerbi A. Uso de filtros en alteraciones de la visión cromática: un caso de anomalía tipo deutan. *Gaceta de optometría y óptica oftálmica*. 2011; 459:36-39. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3954089>
- (26) Hernández Y. Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, la visión al color y la estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Disponible en <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1776>
- (27) Prados S, Parillo J. Variación de la agudeza visual, sensibilidad al contraste y diámetro pupilar con filtro de absorción. Universidad Complutense. 2019. Disponible en <https://docta.ucm.es/entities/publication/fa9fdd0a-1f09-410e-bb9e-e775530fc27e>
- (28) Veselý P, Patočková L, Hanák L, Beneš P. Barvocit u probandů bez as chromagenovým filtrem. *Česká a slovenská oftalmologie*. 2017;73(3):118-122. <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-oftalmologie/2017-3-1/barvocit-u-probandu-bez-a-s-chromagenovym-filtrem-62924>
- (29) Fernández R F. Efectos en agudeza visual y sensibilidad al contraste a través de la aplicación de prismas verticales y filtros en ambliopía. *Dgseuamx* [Internet]. Tesis de maestría Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2019 (citado 2023 Feb 10). Disponible en: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1763>